

Нейромережеве управління нестационарним об'єктом

Розглянуто підхід до побудови нейромережевого управління при визначенні розладнання за допомогою алгоритму кумулятивних сум.

На елементи системи автоматичного управління часто діють випадкові непередбачувані впливи різної природи походження. Тому стає важливим розвиток методів автоматичного управління які адаптовані до нестационарної поведінки об'єкту.

Випадок раптової зміни властивості об'єкту представляється найбільш важливим для розгляду. В цьому випадку найбільш доречно використовувати метод адаптації по виявленню розладнання який поєднує нейромережеві та статистичні алгоритми щодо нейромережевого управління нестационарним об'єктом.

Запропонований підхід в незмінних умовах не передбачає варіацій нейронних мереж, однак при цьому діє блок виявлення змін властивостей об'єкту управління – розладнання (рис. 1). Після виявлення розладнання відбувається збір даних для проведення навчання нейронної мережі ідентифікатору НМО поза контуром управління. Після завершення навчання ідентифікатор включається в активовану схему адаптації нейромережевого регулятора НМР (рис. 2).

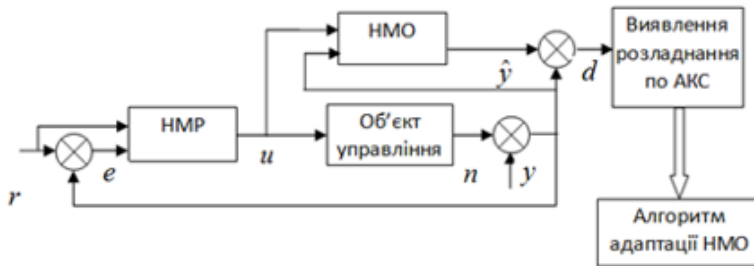


Рисунок 1 – Контур управління в стаціонарному режимі

Для того, щоб ця схема біла працездатною в нестационарних умовах, необхідно однозначно визначити момент зміни параметрів об'єкту управління та підналаштувати його нейромережеву модель.

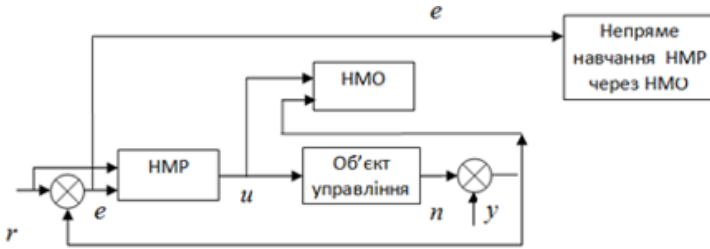


Рисунок 2 – Контур управління в режимі адаптації до розладнання

Пропонується визначити розладнання застосуванням алгоритму кумулятивних сум (АКС). Підстроювання НМО відбувається поза контуром управління. Дослідження показали, що в якості параметру, за яким добре встановлюється зміна параметрів об'єкту управління, необхідно використовувати дисперсію помилки ідентифікації $d = y - \hat{y}$. За вихідне значення необхідно прийняти дисперсію, визначену для стаціонарного режиму σ_0^2 , а за номінальне розладнання – її збільшення в визначене число разів (наприклад, $K = 2$): $\sigma_1^2 = K\sigma_0^2$.

Розладнання за дисперсією випадкового процесу при нормальному розподілі доданіви у рівнянні зображень точок АКС розраховується за формулою:

$$z_i = -\frac{1}{2} \ln \frac{\sigma_1^2}{\sigma_0^2} - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\sigma_1^2} - \frac{1}{\sigma_0^2} \right) d_i^2 \quad (1)$$

Рівняння, що зображує точки в класичному АКС при виконанні простої перевірконої процедури має вигляд:

$$S_i = \begin{cases} 0, & i = 0 \\ \max(0; S_{i-1} + z_i), & i > 0 \end{cases} \quad (2)$$

Критерієм розладнання є

$$S_i > H$$

Налаштування АКС відбувається шляхом вибору вирішальної межі H при певному компромісі між значеннями середнього часу запізнення T_{ad} та середнього часу між помилковими тривогами T_{fa} .

Навчальна вибірка для налаштування НМО у випадку виявлення розладнання має специфіку, що проявляється у виборі довжини вибірки N та в процедурі її формування.

В якості результуючої вибірки доцільно взяти елементи $\{u_k\}_N$ та $\{y_k\}_N$, що зафіксовані на інтервалі M від початку запуску останньої процедури контролю АКС t_0 до моменту t_1 вироблення сигналу про наявність розладнання з додаванням M аналогічних значень, що мали місце до моменту t_0 . Оскільки

довжина інтервалу $t_1 - t_0$ є випадковою величиною, отримаємо навчальну вибірку так само випадкової довжини $N = 2M$. Ця довжина і буде визначати мінімальну навчальну множину яка доступна для налаштування ідентифікатору зразу після виявлення розладнання.

Для якісного навчання НМО, при невеликому $t_1 - t_0$, розміру вибірки може бути недостатньо. Доцільно за поточними даними оцінити параметри розподілу (u, y) та накопичувати значення u_k, y_k , до заповнення обраної двомірної області з визначеною щільністю.

Запропонований алгоритм дозволяє рухливо сформувати навчальну множину для вірної нейромережевої апроксимації невідомої функції, що передбачає поведінку об'єкту управління. Ця навчальна множина застосовується під час налаштування НМО поза контуром управління.

Список літератури

1. Мельник Ю.В. Нейромережеве управління нестационарним об'єктом на основі методу адаптації по виявленню розладнання / Мельник Ю.В., Беркман Л.Н. // Наукові записки УНДІЗ. – 2018. – № 2(509). – с. 41-50.